

09. 4. 2004

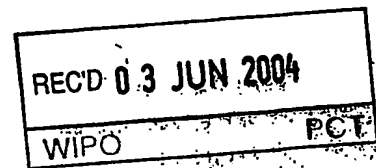
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 0 8 3 3 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 0 8 3 3 7 ]



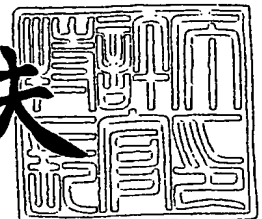
出 願 人                      浜松ホトニクス株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    5 月 2 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0551

【提出日】 平成15年 4月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/00  
H01L 21/60

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 松浦 浩幸

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 高橋 繁夫

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 柴山 勝己

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 楠山 泰

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 林 雅宏

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100088155

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線検出器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、

前記放射線検出手段からの前記検出信号を処理する信号処理手段と、

信号入力面と信号出力面との間で前記検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、前記放射線検出手段及び前記信号処理手段がそれぞれ前記信号入力面及び前記信号出力面に接続された配線基板部とを備え、

前記配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び前記貫通孔に設けられ前記信号入力面と前記信号出力面との間を電氣的に導通して前記導電路として機能する導電性部材を有して構成され、

前記放射線検出手段、前記配線基板部、及び前記信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、前記信号処理手段は、前記配線基板に対して前記貫通孔の延長上にある領域を除く領域内に配置されていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 2】 前記配線基板は、前記ガラス基板の前記信号出力面上で前記信号処理手段に対面する所定部位に設けられた電極パッドと、前記電極パッド及び対応する前記導電性部材を電氣的に接続する配線とを有することを特徴とする請求項 1 記載の放射線検出器。

【請求項 3】 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、

前記放射線検出手段からの前記検出信号を処理する信号処理手段と、

信号入力面と信号出力面との間で前記検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、前記放射線検出手段及び前記信号処理手段がそれぞれ前記信号入力面及び前記信号出力面に接続された配線基板部とを備え、

前記配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び前記貫通孔に設けられ前記信号入力面と前記信

号出力面との間を電氣的に導通して前記導電路として機能する導電性部材を有して構成され、

前記放射線検出手段、前記配線基板部、及び前記信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、前記配線基板に設けられた前記貫通孔は、その前記信号入力面から前記信号出力面への開口が放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材によって塞がれていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 4】 前記遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料が前記貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の放射線検出器。

【請求項 5】 前記遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料から形成され前記貫通孔に設けられた前記導電性部材に電氣的に接続されるバンプ電極であることを特徴とする請求項 3 記載の放射線検出器。

【請求項 6】 前記ガラス基板は、鉛を含有する前記ガラス材料から形成されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【請求項 7】 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内壁に形成されて設けられていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【請求項 8】 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【請求項 9】 前記ガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の前記貫通孔が設けられたガラス基板であることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【請求項 10】 前記放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、前記シンチレータからの前記シンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【請求項 11】 前記放射線検出手段は、入射した放射線を検出する半導体検出素子を有することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項記載の放射線検

出器。

【請求項 12】 前記配線基板部と前記放射線検出手段、及び前記配線基板部と前記信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1～11 のいずれか一項記載の放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気信号を導く導電路が設けられた配線基板を用いた放射線検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

CT用センサなどに用いられる放射線検出器として、フォトダイオードアレイなどの半導体光検出素子アレイに対して、その光入射面上にシンチレータを設置した構成の検出器がある。このような放射線検出器において、検出対象となるX線、 $\gamma$ 線、荷電粒子線などの放射線がシンチレータに入射すると、シンチレータ内で放射線によってシンチレーション光が発生する。そして、このシンチレーション光を半導体光検出素子で検出することによって、放射線が検出される。

【0003】

また、光検出素子アレイに対して、それぞれの光検出素子から出力される検出信号の信号処理を行うため、信号処理素子が設けられる。この場合、光検出素子と信号処理素子とを電氣的に接続する構成としては、様々な配線によって接続する構成や、配線基板に設けられた導電路を介して接続する構成などを用いることができる（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開平8-330469号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記した放射線検出器では、通常、シンチレータに入射した放射線のうちの一部は、シンチレータ及び光検出素子アレイを透過する。これに対して、シンチレータ、光検出素子アレイ、配線基板、及び信号処理素子が、所定の配列方向に沿って配置された構成では、シンチレータ等を透過した放射線が配線基板を透過して配列方向の下流側にある信号処理素子に入射してしまうという問題が生じる。このように、信号処理素子に放射線が入射すると、信号処理素子に放射線ダメージが生じ、放射線検出器の感度などの特性や、信頼性や寿命が劣化する原因となる。

#### 【0006】

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、配線基板の下流側にある信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するために、本発明による放射線検出器は、(1) 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、(2) 放射線検出手段からの検出信号を処理する信号処理手段と、(3) 信号入力面と信号出力面との間で検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、放射線検出手段及び信号処理手段がそれぞれ信号入力面及び信号出力面に接続された配線基板部とを備え、(4) 配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び貫通孔に設けられ信号入力面と信号出力面との間を電氣的に導通して導電路として機能する導電性部材を有して構成され、(5) 放射線検出手段、配線基板部、及び信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、信号処理手段は、配線基板に対して貫通孔の延長上にある領域を除く領域内に配置されていることを特徴とする。

#### 【0008】

上記した放射線検出器においては、放射線検出手段と信号処理手段との電氣的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、信号

処理手段を貫通孔が設けられている領域からずらして実装して、貫通孔から信号処理手段が見通せない構成としている。

#### 【0009】

このような構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、貫通孔を通過した放射線は信号処理手段には入射しない。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

#### 【0010】

上記構成では、配線基板は、ガラス基板の信号出力面上で信号処理手段に対面する所定部位に設けられた電極パッドと、電極パッド及び対応する導電性部材を電氣的に接続する配線とを有することが好ましい。これにより、配線基板に設けられた導電性部材、配線、及び電極パッドを介して、放射線検出手段からの電気信号を信号処理手段へと伝達することができる。また、これ以外の構成を用いても良い。

#### 【0011】

あるいは、本発明による放射線検出器は、(1) 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、(2) 放射線検出手段からの検出信号を処理する信号処理手段と、(3) 信号入力面と信号出力面との間で検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、放射線検出手段及び信号処理手段がそれぞれ信号入力面及び信号出力面に接続された配線基板部とを備え、(4) 配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び貫通孔に設けられ信号入力面と信号出力面との間を電氣的に導通して導電路として機能する導電性部材を有して構成され、(5) 放射線検出手段、配線基板部、及び信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、配線基板に設けられた貫通孔は、その信号入力面から信号出力面への開口が放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材によって塞がれていることを特徴とする。

#### 【0012】



上記した放射線検出器においては、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、貫通孔による配線基板の開口を塞ぐ遮蔽部材を設けて、貫通孔から信号処理手段が見通せない構成としている。

#### 【0013】

このような構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、遮蔽部材によって放射線が貫通孔を通過することが抑制される。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

#### 【0014】

上記構成では、遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料が貫通孔の内部に充填されて設けられていることが好ましい。あるいは、遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料から形成され貫通孔に設けられた導電性部材に電気的に接続されるバンプ電極であることが好ましい。これらの構成によれば、配線基板の貫通孔での放射線の遮蔽を簡単な構成で実現することができる。また、これ以外の構成を用いても良い。

#### 【0015】

配線基板に用いられるガラス材料については、ガラス基板は、鉛を含有するガラス材料から形成されていることが好ましい。これにより、配線基板での放射線の透過を効果的に抑制することができる。また、放射線遮蔽機能を有する他のガラス材料からなる基板を用いても良い。

#### 【0016】

また、配線基板における導電路の構成については、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内壁に形成されて設けられていることを特徴とする。あるいは、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする。これらの導電性部材を導電路として用いることにより、配線基板の信号入力面と信号出力面との間で、電気信号を好適に伝達するこ

とができる。

#### 【0017】

また、配線基板でのガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の貫通孔が設けられたガラス基板であることが好ましい。また、これ以外にも、様々な構成のガラス基板を用いて良い。

#### 【0018】

また、放射線検出手段の構成については、放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、シンチレータからのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有する構成を用いることができる。あるいは、放射線検出手段は、入射した放射線を検出する半導体検出素子を有する構成を用いても良い。

#### 【0019】

また、配線基板部と放射線検出手段、及び配線基板部と信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電氣的に接続されていることが好ましい。このような金属バンプ電極を電氣的接続手段として用いることにより、各部を好適に電氣的に接続することができる。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面とともに本発明による放射線検出器の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

#### 【0021】

図1は、本発明による放射線検出器の第1実施形態の断面構造を示す側面の断面図である。また、図2は、図1に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。なお、以下の各図においては、説明の便宜のため、図1及び図2に示すように、放射線が入射する方向に沿った軸を $z$ 軸、この $z$ 軸に直交する2軸を $x$ 軸、 $y$ 軸とする。ここでは、 $z$ 軸の負の方向が、配線基板での信号入力面から信号出力面へと向かう導電方向、及び放射線検出器での各構成

要素の配列方向となっている。

#### 【0022】

図1に示した放射線検出器は、放射線検出部1と、配線基板部2と、信号処理部3とを備えている。これらは、図2に示すように、所定の配列方向に沿って上流側（図中の上側）から下流側（下側）へとこの順で配置されている。

#### 【0023】

放射線検出部1は、本放射線検出器に検出対象として入射したX線、 $\gamma$ 線、荷電粒子線などの放射線を検出し、それに対応する電気信号である検出信号を出力する検出手段である。本実施形態においては、放射線検出部1は、シンチレータ10、及びフォトダイオードアレイ15を有して構成されている。

#### 【0024】

シンチレータ10は、放射線検出部1の上流側部分を構成しており、その上面10aが、本放射線検出器における放射線入射面となっている。このシンチレータ10は、入射面10aから放射線が入射することにより所定波長のシンチレーション光を発生する。

#### 【0025】

フォトダイオードアレイ（PDアレイ）15は、放射線検出部1の下流側部分を構成している。このPDアレイ15は、シンチレータ10からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード（PD）が複数個配列された光検出素子アレイである。また、シンチレータ10の下面である光出射面10bと、PDアレイ15の上面である光入射面15aとは、シンチレーション光が透過する光学接着剤11で光学的に接続されている。

#### 【0026】

図2においては、PDアレイ15の構成例として、x軸及びy軸を配列軸として $4 \times 4 = 16$ 個のフォトダイオード16が2次元に配列されるように形成されたPDアレイを示している。また、PDアレイ15の下面15bは、各フォトダイオード16からの検出信号を出力するための信号出力面となっている。この下面15bには、検出信号出力用の電極である16個のバンプ電極17が、各フォトダイオード16に対応するように $4 \times 4$ に配列されて設けられている。

**【0027】**

なお、フォトダイオードの基板電極についても検出信号出力用の電極と同様にバンプ電極をPDアレイの下面15bに形成するが、図示していない。同様に、配線基板20に形成されている電極パッドや貫通孔、信号処理素子30、32、バンプ電極31、33などもフォトダイオード15の検出信号出力に関わる部分のみを示しており、実際には、駆動用電極や基板電極やビデオ出力などの電極パッドやバンプ電極が必要であるが、図示していない。

**【0028】**

放射線検出部1の下流側には、配線基板部2が設置されている。本実施形態においては、配線基板部2は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板20を有して構成されている。この配線基板20では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。このようなガラス材料としては、例えば、鉛を含有する鉛ガラスを用いることが好ましい。

**【0029】**

図3(a)及び(b)は、それぞれ配線基板20の構成を示す平面図であり、図3(a)はその上面である信号入力面20aを、また、図3(b)は下面である信号出力面20bをそれぞれ示している。

**【0030】**

配線基板20を構成するガラス基板には、入力面20aと出力面20bとの間に、複数の貫通孔20cが形成されている。また、それぞれの貫通孔20cに対して、入力面20aと出力面20bとの間を電氣的に導通して、導電路として機能する導電性部材21が設けられている。本実施形態においては、PDアレイ15の構成に対応して、 $4 \times 4 = 16$ 個の貫通孔20c及び導電性部材21が設けられている。これらの貫通孔20c及び導電性部材21は、PDアレイ15におけるバンプ電極17と同一のピッチで形成されている。

**【0031】**

導電性部材21は、具体的には、貫通孔20cの内部に形成された導通部21cと、入力面20a上で貫通孔20cの外周部に導通部21cと連続するように

形成された入力部 21 a と、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部に導通部 21 c と連続するように形成された出力部 21 b とから構成されている。

#### 【0032】

配線基板 20 の入力面 20 a 上には、図 3 (a) に示すように、導電性部材 21 の入力部 21 a に加えて電極パッド 22 a が形成されている。この電極パッド 22 a は、PD アレイ 15 の出力面 15 b 上のバンプ電極 17 に対応する位置に設けられている。また、電極パッド 22 a は、配線 22 b を介して対応する導電性部材 21 の入力部 21 a と電氣的に接続されている。これにより、PD アレイ 15 での検出信号を出力するフォトダイオード 16 は、バンプ電極 17、電極パッド 22 a、及び配線 22 b を介して、配線基板 20 での検出信号を伝達する導電回路である導電性部材 21 に電氣的に接続される。

#### 【0033】

また、配線基板 20 の出力面 20 b 上には、図 3 (b) に示すように、導電性部材 21 の出力部 21 b に加えて電極パッド 23 a、23 c が形成されている。また、電極パッド 23 a、23 c は、それぞれ配線 23 b、23 d を介して対応する導電性部材 21 の出力部 21 b と電氣的に接続されている。また、出力面 20 b 上には、電極パッド 24 が形成されている。この電極パッド 24 は、後述するハウジング 40 との接続に用いられるものである。また、図示していないが、電極パッド 24 の一部もしくは全ては、信号処理素子の所定の箇所と電氣的に接続されている。

#### 【0034】

配線基板部 2 の下流側には、信号処理部 3 と、ハウジング (パッケージ) 40 とが設置されている。本実施形態においては、信号処理部 3 は、放射線検出部 1 の PD アレイ 15 からの検出信号を処理するための信号処理回路がそれぞれ設けられた 2 個の信号処理素子 30、32 からなる。

#### 【0035】

配線基板 20 の出力面 20 b のうち、x 軸に対して一側 (放射線検出部 1 からみて左側) から 1 列目の列 L<sub>1</sub> にある 4 個の貫通孔と、2 列目の列 L<sub>2</sub> にある 4 個の貫通孔とによって挟まれた領域は、信号処理素子 30 が配置される領域となっ

ている。信号処理素子 30 は、図 3 (b) に示すように、この列  $L_1$ 、 $L_2$  の間であって、列  $L_1$ 、 $L_2$  の貫通孔 20c の延長上にある領域を除く領域内に配置されている。

#### 【0036】

配線基板 20 の出力面 20b 上で信号処理素子 30 が配置される領域内には、配線 23b を介して列  $L_1$ 、 $L_2$  にある対応する導電性部材 21 と電氣的に接続された 8 個の電極パッド 23a が設けられている。また、信号処理素子 30 の上面上には、電極パッド 23a に対応する位置に、8 個のバンプ電極 31 が形成されている。これにより、配線基板 20 での導電性部材 21 のうち、列  $L_1$ 、 $L_2$  にある 8 個の導電性部材 21 は、その出力部 21b、配線 23b、電極パッド 23a、及びバンプ電極 31 を介して、信号処理素子 30 に設けられた信号処理回路に電氣的に接続される。

#### 【0037】

配線基板 20 の出力面 20b のうち、x 軸に対して + 側（放射線検出部 1 からみて右側）から 1 列目の列  $L_4$  にある 4 個の貫通孔と、2 列目の列  $L_3$  にある 4 個の貫通孔とによって挟まれた領域は、信号処理素子 32 が配置される領域となっている。信号処理素子 32 は、図 3 (b) に示すように、この列  $L_3$ 、 $L_4$  の間であって、列  $L_3$ 、 $L_4$  の貫通孔 20c の延長上にある領域を除く領域内に配置されている。

#### 【0038】

配線基板 20 の出力面 20b 上で信号処理素子 32 が配置される領域内には、配線 23d を介して列  $L_3$ 、 $L_4$  にある対応する導電性部材 21 と電氣的に接続された 8 個の電極パッド 23c が設けられている。また、信号処理素子 32 の上面上には、電極パッド 23c に対応する位置に、8 個のバンプ電極 33 が形成されている。これにより、配線基板 20 での導電性部材 21 のうち、列  $L_3$ 、 $L_4$  にある 8 個の導電性部材 21 は、その出力部 21b、配線 23d、電極パッド 23c、及びバンプ電極 33 を介して、信号処理素子 32 に設けられた信号処理回路に電氣的に接続される。

#### 【0039】

また、ハウジング 40 は、放射線検出部 1、配線基板部 2、及び信号処理部 3 を一体に保持する保持部材である。このハウジング 40 は、その上面上に凹部として設けられ、信号処理素子 30、32 を内部に収容する素子収容部 41 と、素子収容部 41 の外周に設けられ、バンプ電極 44 を介して配線基板 20 の電極パッド 24 に接続されるとともに、放射線検出部 1、配線基板部 2、及び信号処理部 3 を支持する支持部 42 とを有する。また、ハウジング 40 の下面には、電気信号の外部への入出力に用いられるリード 43 が設けられている。

#### 【0040】

以上の構成において、放射線検出部 1 のシンチレータ 10 に X 線などの放射線が入射すると、シンチレータ 10 内で放射線によってシンチレーション光が発生し、光学接着剤 11 を介して PD アレイ 15 のフォトダイオード 16 へと入射する。フォトダイオード 16 は、このシンチレーション光を検出して、放射線の検出に対応する電気信号である検出信号を出力する。

#### 【0041】

PD アレイ 15 の各フォトダイオード 16 から出力された検出信号は、対応するバンプ電極 17、配線基板 20 の導電性部材 21、及びバンプ電極 31、33 を順次に介して、信号処理素子 30、32 へと入力される。そして、信号処理素子 30、32 の信号処理回路において、検出信号に対して必要な信号処理が行われる。

#### 【0042】

本実施形態による放射線検出器の効果について説明する。

#### 【0043】

図 1～図 3 に示した放射線検出器においては、放射線検出部 1 と信号処理部 3 との電気的な接続に用いられる配線基板 20 を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔 20c に対して、信号処理部 3 の信号処理素子 30、32 をそれぞれ貫通孔 20c が設けられている領域からずらして実装して、貫通孔 20c から信号処理素子 30、32 が見通せない構成としている。

#### 【0044】

このような構成によれば、配線基板 20 に貫通孔 20c がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面 20a から信号出力面 20b へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板 20 に貫通孔 20c がある部位でも、貫通孔 20c を通過した放射線は信号処理素子 30、32 には入射しない。これにより、配線基板 20 における貫通孔 20c の存在にかかわらず、信号処理部 3 への放射線の入射が抑制されて、放射線ダメージによる感度などの特性や信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

#### 【0045】

配線基板部 2 の配線基板 20 においてガラス基板に用いられるガラス材料としては、上記したように、鉛を含有するガラス材料を用いることが好ましい。鉛ガラスを用いることにより、配線基板部 2 での放射線の透過を効果的に抑制することができる。ここで、ガラス材料に含有させる鉛の量については、その放射線検出器において要求される放射線遮蔽機能の程度等に応じて適宜設定することが好ましい。また、鉛ガラス以外のガラス材料を用いても良い。

#### 【0046】

次に、図 1 に示した配線基板部での配線基板、及びそれに用いられるガラス基板について説明する。

#### 【0047】

配線基板 20 では、上記したように、放射線検出部 1 側の入力面 20a と、信号処理部 3 側の出力面 20b との間で、導電路となる導電性部材 21 を形成するための貫通孔 20c が設けられたガラス基板が用いられている。このようなガラス基板としては、例えば、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の貫通孔が設けられたガラス基板を用いることができる。

#### 【0048】

図 4 は、複数の貫通孔が設けられた上記のガラス基板の一例を示す図である。なお、ここでは、複数の貫通孔を有するガラス基板の一般的な構成例について示している。このため、図 4 に示すガラス基板は、図 1 に示した放射線検出器に用いられている配線基板とは異なる形状及び構成となっている。

#### 【0049】



図4 (a) はガラス基板の構成を示す平面図であり、図4 (b) はガラス基板に含まれるマルチチャンネル部材の構成を示す平面図であり、図4 (c) はマルチチャンネル部材に含まれるガラス部材の構成を示す斜視図である。これらの図4 (a) ~ (c) においては、配線基板での導電路となる導電性部材が形成されていない状態でのガラス基板を示している。

#### 【0050】

ガラス基板9は、図4 (a) に示すように、キャピラリー基板90を有している。キャピラリー基板90は、複数の貫通孔93を有するマルチチャンネル部材92を複数含んでいる。マルチチャンネル部材92は、ガラス材料からなる縁部材91の内側に、2次元状に配置された状態で互いに融着されて一体形成されている。

#### 【0051】

このようなキャピラリー基板90は、例えば、複数本のガラスファイバから一体に形成されるとともに、コアガラス部を除去することで複数の貫通孔93が形成される。

#### 【0052】

マルチチャンネル部材92は、図4 (b) 及び (c) に示すように、両端が開口した中空状のガラス部材95が複数互いに融着された状態で一体化されており、キャピラリー基板90の上面及び下面に垂直な方向からみて4角形状（例えば、 $1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$ 程度）を呈している。また、貫通孔93は、その開口部が円形状を呈している。貫通孔93の内径は、例えば $6\mu\text{m}$ 程度である。

#### 【0053】

なお、キャピラリー基板90を構成している縁部材91及びガラス部材95のガラス材料としては、放射線検出器に関して上述したように、放射線遮蔽機能を有するガラス材料、例えば鉛ガラス材料、が用いられる。

#### 【0054】

図1に示した放射線検出器における配線基板20としては、例えば、この図4 (a) ~ (c) に示した構成を有するガラス基板での貫通孔に導電路となる導電性部材を形成したものを用いることができる。すなわち、このような構成のガラ

ス基板において、その基板の形状及び貫通孔の個数、配置等を放射線検出器の構成に応じて設定する。そして、ガラス基板に設けられた貫通孔に導電路となる導電性部材を形成し、さらに、その各面にそれぞれ必要な電極及び配線からなる電気配線パターンを形成することにより、図3に示したような構成を有する配線基板が得られる。

#### 【0055】

図5は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図であり、図5(a)は上面図、図5(b)はI-I矢印断面図を示している。配線基板20には、複数個（例えば $4 \times 4 = 16$ 個）の貫通孔20cが2次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔20cは、図5(b)に示すように、配線基板20の入力面20a及び出力面20bに対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。

#### 【0056】

図5に示す構成例においては、この貫通孔20cに対し、入力面20aと出力面20bとの間を電氣的に導通する導電性部材21を、貫通孔20cの内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔20c内には、その内壁に導通部21cが形成されている。また、入力面20a上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する入力部21aが形成されている。また、出力面20b上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する出力部21bが形成されている。これらの導通部21c、入力部21a、及び出力部21bにより、配線基板20での導電路となる導電性部材21が構成される。

#### 【0057】

図6は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図であり、図6(a)は上面図、図6(b)はII-II矢印断面図を示している。配線基板20には、複数個の貫通孔20cが2次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔20cは、図6(b)に示すように、配線基板20の入力面20a及び出力面20bに対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。

#### 【0058】

図6に示す構成例においては、この貫通孔20cに対し、入力面20aと出力面20bとの間を電氣的に導通する導電性部材21を、貫通孔20cの内部に充填された部材として設けている。すなわち、貫通孔20c内には、その内部に導通部21cが充填されている。また、入力面20a上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する入力部21aが形成されている。また、出力面20b上で貫通孔20cの外周部には、導通部21cと連続する出力部21bが形成されている。これらの導通部21c、入力部21a、及び出力部21bにより、第1配線基板20での導電路となる導電性部材21が構成される。

#### 【0059】

複数の貫通孔を有するガラス基板に導電路として形成される導電性部材としては、例えば、これらの図5及び図6に示した構成を用いることができる。なお、配線基板となるガラス基板における導電路の配置については、放射線検出器の構成に応じて設定することが好ましい。そのような構成としては、例えば、複数の貫通孔のうち、導電路が必要な位置にある貫通孔をマスク等によって選択して導電性部材を形成する構成がある。あるいは、導電路が必要な位置のみに選択的に貫通孔を設けておく構成としても良い。

#### 【0060】

なお、配線基板に用いられるガラス基板については、図4に示した構成に限らず、他の構成を用いても良い。例えば、図4においては、それぞれ貫通孔を有する複数のガラス部材を一体形成してマルチチャンネル部材とし、さらに、複数のマルチチャンネル部材を一体形成してキャピラリー基板としている。これに対し、複数のガラス部材から直接キャピラリー基板を一体形成しても良い。また、個々のガラス部材やマルチチャンネル部材の形状及び配列、各部材での貫通孔の有無または配列等については、導電路の配置に応じて適宜好適な構成を用いることが好ましい。また、貫通孔の構成については、その断面形状を円形状以外の多角形状、例えば4角形状、としても良い。

#### 【0061】

次に、図1に示した放射線検出器の製造方法について、その具体的な構成例とともに概略的に説明する。

## 【0062】

まず、鉛ガラスなどの放射線遮蔽機能を有するガラス材料からなり、所定位置に貫通孔が形成されたガラス基板を用意する。そして、その貫通孔に導回路となる導電性部材を形成し、さらに、入力面及び出力面となる両面にそれぞれ必要な電極及び配線を有する電気配線パターンを形成して、配線基板部2に用いられる配線基板20を作製する。

## 【0063】

具体的には、配線基板部2での配線基板について、ガラス基板に設けられた貫通孔20cに対して、導通部21c、入力部21a、及び出力部21bからなる導電性部材21を形成するとともに、その入力面20a上に電極パッド22a及び配線22bを、また、出力面20b上に電極パッド23a、23c、24、及び配線23b、23dを形成して、配線基板20とする。

## 【0064】

ガラス基板に形成する上記した導電性部材及び電気配線パターンとしては、例えば、窒化チタン (TiN)、ニッケル (Ni)、アルミニウム (Al)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、あるいはそれらの合金からなる導電性金属層によって形成することができる。このような金属層は、単一の金属層であっても良く、複合膜あるいは積層膜であっても良い。また、その具体的な形成方法としては、ガラス基板に対して所望パターンのマスクを設け、蒸着やCVD、メッキ、スパッタなどの方法によって金属膜を形成した後、マスクを除去する方法を用いることができる。あるいは、金属膜を成膜した後にフォトリソグラフィをパターンニングしてエッチングする、または、リフトオフなどによりパターン形成することが可能である。なお、必要があれば、配線基板20にさらにバンプ電極を形成する場合もある。

## 【0065】

配線基板20からなる配線基板部2を作製したら、バンプ電極31、33が形成された信号処理素子30、32のICチップを、配線基板20の出力面20b上に設けられた電極パッド23a、23cに対してそれぞれアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。また、バンプ電極17が形成されたPDア

レイ 15 を、配線基板 20 の入力面 20 a 上に設けられた電極パッド 22 a に対してアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。

#### 【0066】

バンプ電極 31、33、17 を形成するバンプ材料としては、例えば、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、半田、導電性フィラーを含む樹脂、あるいはそれらの複合材料を用いることができる。また、バンプ電極と、その下の電極パッドとの間に、金属の相互拡散防止や密着性を向上させるためのアンダーバンプメタル (UBM) を介在させても良い。

#### 【0067】

続いて、バンプ電極 44 が形成されたハウジング 40 を、配線基板 20 の出力面 20 b 上に設けられた電極パッド 24 に対してアライメントして、それらを物理的、電氣的に接続する。以上により、ハウジング 40 に設けられたリード 43 を介した外部回路との信号の入出力動作が可能となる。さらに、PD アレイ 15 の光入射面 15 a 上に、光学接着剤 11 でシンチレータ 10 を実装することにより、図 1 に示した放射線検出器が得られる。

#### 【0068】

図 7 は、放射線検出器の第 2 実施形態の断面構造を示す側面の断面図である。また、図 8 は、図 7 に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。

#### 【0069】

図 7 に示した放射線検出器は、放射線検出部 1 と、配線基板部 2 と、信号処理部 3 と、ハウジング 40 とを備えている。これらのうち、放射線検出部 1、及びハウジング 40 の構成については、図 1 に示した実施形態と同様である。

#### 【0070】

放射線検出部 1 の下流側には、配線基板部 2 が設置されている。本実施形態においては、配線基板部 2 は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板 25 を有して構成されている。この配線基板 25 では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。このようなガラス材料としては、例えば、鉛を含有す

る鉛ガラスを用いることが好ましい。

#### 【0071】

図9(a)及び(b)は、それぞれ配線基板25の構成を示す平面図であり、図9(a)はその上面である信号入力面25aを、また、図9(b)は下面である信号出力面25bをそれぞれ示している。

#### 【0072】

配線基板25を構成するガラス基板には、入力面25aと出力面25bとの間に、複数の貫通孔25cが形成されている。また、それぞれの貫通孔25cに対して、入力面25aと出力面25bとの間を電氣的に導通して、導電路として機能する導電性部材26が設けられている。本実施形態においては、PDアレイ15の構成に対応して、 $4 \times 4 = 16$ 個の貫通孔25c及び導電性部材26が設けられている。これらの貫通孔25c及び導電性部材26は、PDアレイ15におけるバンプ電極17と同一のピッチで形成されている。なお、フォトダイオードの基板電極用の貫通孔や導電性部材などは図示していない。

#### 【0073】

導電性部材26は、具体的には、貫通孔25cの内部に形成された導通部26cと、入力面25a上で貫通孔25cの外周部に導通部26cと連続するように形成された入力部26aと、出力面25b上で貫通孔25cの外周部に導通部26cと連続するように形成された出力部26bとから構成されている。

#### 【0074】

配線基板25の入力面25a上には、図9(a)に示すように、導電性部材26の入力部26aに加えて電極パッド27aが形成されている。この電極パッド27aは、PDアレイ15の出力面15b上のバンプ電極17に対応する位置に設けられている。また、電極パッド27aは、配線27bを介して対応する導電性部材26の入力部26aと電氣的に接続されている。これにより、PDアレイ15での検出信号を出力するフォトダイオード16は、バンプ電極17、電極パッド27a、及び配線27bを介して、配線基板25での検出信号を伝達する導電路である導電性部材26に電氣的に接続される。

#### 【0075】

また、配線基板 25 の出力面 25 b 上には、図 9 (b) に示すように、導電性部材 26 の出力部 26 b に加えて電極パッド 28 a が形成されている。また、電極パッド 28 a は、配線 28 b を介して対応する導電性部材 26 の出力部 26 b と電氣的に接続されている。また、出力面 25 b 上には、電極パッド 29 が形成されている。この電極パッド 29 は、ハウジング 40 との接続に用いられるものである。また、図示していないが、電極パッド 29 の一部もしくは全ては、信号処理素子の所定の箇所と電氣的に接続されている。

#### 【0076】

また、本実施形態においては、貫通孔 25 c の内部のうち導通部 26 c を除く部分は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料からなる遮蔽部材 18 で充填されている。これにより、配線基板 25 の信号入力面 25 a から信号出力面 25 b への貫通孔 25 c による開口は、この遮蔽部材 18 によって塞がれている。

#### 【0077】

配線基板部 2 の下流側には、信号処理部 3 と、ハウジング 40 とが設置されている。本実施形態においては、信号処理部 3 は、放射線検出部 1 の PD アレイ 15 からの検出信号を処理するための信号処理回路が設けられた信号処理素子 34 からなる。

#### 【0078】

信号処理素子 34 の上面上には、バンプ電極 35 が形成されている。このバンプ電極 35 は、配線基板 25 の出力面 25 b 上の電極パッド 28 a に対応する位置に設けられている。これにより、配線基板 25 での導電性部材 26 は、その出力部 26 b、配線 28 b、電極パッド 28 a、及びバンプ電極 35 を介して、信号処理素子 34 に設けられた信号処理回路に電氣的に接続される。

#### 【0079】

以上の構成において、放射線検出部 1 のシンチレータ 10 に X 線などの放射線が入射すると、シンチレータ 10 内で放射線によってシンチレーション光が発生し、光学接着剤 11 を介して PD アレイ 15 のフォトダイオード 16 へと入射する。フォトダイオード 16 は、このシンチレーション光を検出して、放射線の検出に対応する電気信号である検出信号を出力する。

## 【0080】

PDアレイ15の各フォトダイオード16から出力された検出信号は、対応するバンプ電極17、配線基板25の導電性部材26、及びバンプ電極35を順次に介して、信号処理素子34へと入力される。そして、信号処理素子34の信号処理回路において、検出信号に対して必要な信号処理が行われる。

## 【0081】

本実施形態による放射線検出器の効果について説明する。

## 【0082】

図7～図9に示した放射線検出器においては、放射線検出部1と信号処理部3との電気的な接続に用いられる配線基板25を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔25cに対して、貫通孔25cによる配線基板25の開口を塞ぐ遮蔽部材18を設けて、貫通孔25cから信号処理素子34が見通せない構成としている。

## 【0083】

このような構成によれば、配線基板25に貫通孔25cがない部位では、そのガラス材料により、信号入力面25aから信号出力面25bへと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板25に貫通孔25cがある部位でも、遮蔽部材18によって放射線が貫通孔25cを通過することが抑制される。これにより、配線基板25における貫通孔25cの存在にかかわらず、信号処理部3への放射線の入射が抑制されて、放射線ダメージによる感度などの特性や信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

## 【0084】

図7に示した放射線検出器における配線基板25としては、図1に示した配線基板20と同様に、例えば、図4(a)～(c)に示した構成を有するガラス基板での貫通孔に導電路となる導電性部材を形成したものを用いることができる。

## 【0085】

図10は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の一例を示す断面図である。配線基板25には、複数個（例えば $4 \times 4 = 16$ 個）の貫通孔25cが2次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔25cは、配線基板



25の入力面25a及び出力面25bに対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。また、導電性部材26と電氣的に接続された電極パッド27aに対し、PDアレイ15の出力面15bに設けられたバンブ電極17が接続されている。

#### 【0086】

図10に示す構成例においては、貫通孔25cに対し、導電性部材26を、貫通孔25cの内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔25c内には、その内壁に導通部26cが形成されている。また、入力面25a、出力面25b上には、それぞれ入力部26a、出力部26bが形成されている。

#### 【0087】

また、貫通孔25cのうちで導通部26cの内側部分には、鉛などの導電性を有する遮蔽材料からなり、導通部26cとともに導通部として機能する遮蔽部材18が充填されている。これらの導電性部材26及び遮蔽部材18により、配線基板25での導電路となる導電性部材が構成される。また、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材18で貫通孔25cの開口が塞がれることにより、貫通孔25cにおける放射線の通過が抑制される。

#### 【0088】

図11は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の他の例を示す断面図である。なお、本構成例での貫通孔25c及び電極パッド27a等の構成については、図10に示した構成と同様である。

#### 【0089】

図11に示す構成例においては、貫通孔25cに対し、導電性部材26としては入力面25a上の入力部26a、及び出力面25b上の出力部26bのみを形成している。また、貫通孔25cの内側部分の全体に、鉛などの導電性を有する遮蔽部材からなり、導電部として機能する遮蔽部材18が充填されている。これらの導電性部材26及び遮蔽部材18により、配線基板25での導電路となる導電性部材が構成される。また、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材18で貫通孔25cの開口が塞がれることにより、貫通孔25cにおける放射線の通過が抑制される。

## 【0090】

なお、貫通孔 25c の内部に充填される遮蔽部材 18 については、入力面 25a と出力面 25b との間の導回路の一部として機能するように、上記のように導電性を有する材料を用いて形成することが好ましい。ただし、図 10 に示したように貫通孔 25c 内に導通部 26c が設けられている構成においては、放射線遮蔽機能を有するものであれば、導電性が低い材料を用いても良い。また、遮蔽部材によって貫通孔を塞ぐ構成としては、図 10 及び図 11 に示した構成以外にも様々な構成を用いることが可能である。

## 【0091】

図 12 は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の他の例を示す断面図である。配線基板 25 には、複数個（例えば  $4 \times 4 = 16$  個）の貫通孔 25c が 2 次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔 25c は、配線基板 25 の入力面 25a 及び出力面 25b に対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。

## 【0092】

図 12 に示す構成例においては、貫通孔 25c に対し、導電性部材 26 を、貫通孔 25c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 25c 内には、その内壁に導通部 26c が形成されている。また、入力面 25a、出力面 25b 上には、それぞれ入力部 26a、出力部 26b が形成されている。

## 【0093】

また、本構成例では、配線基板 25 の入力面 25a 上に電極パッド 27a を設けずに、導電性部材 26 の入力部 26a 自体を電極パッドとしている。また、PD アレイ 15 の出力面 15b には、バンプ電極 17 に代えて、鉛入り半田などの放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料からなる遮蔽バンプ電極 19 が設けられている。この遮蔽バンプ電極 19 は、貫通孔 25c に設けられた導電性部材 26 に対して電氣的に接続されている。このように、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材である遮蔽バンプ電極 19 で貫通孔 25c の開口が塞がれることにより、貫通孔 25c における放射線の通過が抑制される。

## 【0094】

本発明による放射線検出器は、上記した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、放射線検出部 1 において半導体光検出素子アレイとして設けられている PD アレイ 15 については、フォトダイオードが光入射面（表面）15a に形成されている表面入射型のものを用いても良く、あるいは、フォトダイオードが信号出力面（裏面）15b に形成されている裏面入射型のものを用いても良い。また、光検出素子であるフォトダイオードの個数や配列等についても、適宜設定して良い。

#### 【0095】

また、フォトダイオードからの検出信号を出力面 15b から出力する構成については、PD アレイの具体的な構成に応じて、例えば、出力面 15b 上に形成された配線パターンによる構成や、PD アレイ 15 内に形成された貫通電極による構成などを用いることができる。

#### 【0096】

また、図 1、図 7 に示した放射線検出器では、放射線検出部 1 の構成として、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータ 10 と、シンチレータ 10 からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード 16 が設けられた PD アレイ 15 とを有する構成を用いている。このような構成は、入射した X 線などの放射線をシンチレータ 10 によって所定波長の光（例えば、可視光）に変換した後に Si-PD アレイなどの半導体光検出素子で検出する間接検出型の構成である。

#### 【0097】

あるいは、放射線検出部として、シンチレータを設けず、入射された放射線を検出する半導体検出素子を有する構成を用いることも可能である。このような構成は、入射した X 線などの放射線を CdTe や CdZnTe、あるいは充分厚くして X 線などを吸収できるようにしたシリコンなどからなる半導体検出素子で検出する直接検出型の構成である。これは、例えば、図 1、図 7 の構成において、シンチレータ 10 を除くとともに、PD アレイ 15 を半導体検出素子アレイに置き換えた構成に相当する。なお、検出器は光起電力型（フォトダイオード）であっても、光導電型（フォトコンダクティブタイプ）などであっても良い。

## 【0098】

また、配線基板部 2 と放射線検出部 1 との接続、及び配線基板部 2 と信号処理部 3 との接続等については、上記実施形態のように、バンプ電極を介した電気的な接続によるダイレクトボンディング方式を用いることが好ましい。このような金属バンプ電極を電気的接続手段として用いることにより、各部を好適に電気的に接続することができる。

## 【0099】

あるいは、このようなバンプ電極を用いた構成以外にも、バンプ電極による接続後にアンダーフィル樹脂を充填する構成や、異方性導電性フィルム（ACF）方式、異方性導電性ペースト（ACP）方式、非導電性ペースト（NCP）方式による構成などを用いても良い。また、それぞれの基板については、必要に応じて、電極パッドを開口させた状態で絶縁性物質からなるパッシベーション膜を形成しても良い。

## 【0100】

また、配線基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、信号処理部の信号処理素子を貫通孔が設けられている領域からずらして実装する構成の放射線検出器については、図 1 に示した構成以外にも、様々な構成を用いることができる。

## 【0101】

図 13 は、放射線検出器の第 3 実施形態の断面構造を示す側面断面図である。また、図 14 は、図 13 に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。なお、図 14 においては、シンチレータ 10 及びハウジング 40 の図示を省略している。

## 【0102】

図 13 に示した放射線検出器は、放射線検出部 1 と、配線基板部 6 と、信号処理部 3 と、ハウジング 40 とを備えている。これらのうち、放射線検出部 1、及びハウジング 40 の構成については、図 1 に示した実施形態と同様である。

## 【0103】

放射線検出部 1 の下流側には、配線基板部 6 が設置されている。本実施形態においては、配線基板部 6 は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導

く導電路が設けられた配線基板 60 を有して構成されている。この配線基板 60 では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。

#### 【0104】

また、この配線基板部 6 では、y 軸について一側の所定範囲が放射線検出部 1 及び信号処理部 3 を実装する領域（第 1 領域）、+側の所定範囲が貫通孔 60c を設ける領域（第 2 領域）となっている。また、第 2 領域内に設けられた貫通孔 60c に対し、貫通孔 60c の内部に形成された導通部 61c と、入力面 60a 上の入力部 61a と、出力面 60b 上の出力部 61b とから構成された導電性部材 61 が設けられている。

#### 【0105】

配線基板 60 の入力面 60a 上には、第 2 領域内に設けられた導電性部材 61 の入力部 61a に加えて、第 1 領域内に電極パッド 62a が形成されている。この電極パッド 62a は、PD アレイ 15 の出力面 15b 上のバンプ電極 17 に対応する位置に設けられている。また、電極パッド 62a は、配線 62b を介して対応する導電性部材 61 の入力部 61a と電氣的に接続されている。

#### 【0106】

同様に、配線基板 60 の出力面 60b 上には、第 2 領域内に設けられた導電性部材 61 の出力部 61b に加えて、第 1 領域内に電極パッド 63a が形成されている。この電極パッド 63a は、信号処理部 3 の信号処理素子 36 の上面上のバンプ電極 37 に対応する位置に設けられている。また、電極パッド 63a は、配線 63b を介して対応する導電性部材 61 の出力部 61b と電氣的に接続されている。

#### 【0107】

このような構成においても、貫通孔 60c が設けられている第 2 領域からずらした第 1 領域に信号処理部 3 の信号処理素子 36 が実装されており、貫通孔 60c から信号処理素子 36 が見通せない構成となっている。これにより、図 1 に示した構成と同様に、配線基板 60 における貫通孔 60c の存在にかかわらず、信号処理部 3 への放射線の入射が抑制されて、放射線ダメージによる信頼性や寿命

の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

#### 【0108】

##### 【発明の効果】

本発明による放射線検出器は、以上詳細に説明したように、次のような効果を得る。すなわち、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成するとともに、ガラス基板に設けられる導电路の貫通孔に対して、信号処理手段を貫通孔が設けられている領域からずらして実装して、貫通孔から信号処理手段が見通せないようにする構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、貫通孔を通過した放射線は信号処理手段には入射しない。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

#### 【0109】

同様に、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成するとともに、ガラス基板に設けられる導电路の貫通孔に対して、貫通孔による配線基板の開口を塞ぐ遮蔽部材を設けて、貫通孔から信号処理手段が見通せないようにする構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、遮蔽部材によって放射線が貫通孔を通過することが抑制される。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

放射線検出器の第1実施形態の断面構造を示す側面の断面図である。

#### 【図2】

図1に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

#### 【図3】

配線基板の (a) 信号入力面、及び (b) 信号出力面の構成を示す平面図である。

【図 4】

複数の貫通孔が設けられたガラス基板の一例を示す図である。

【図 5】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図である。

【図 6】

配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図である。

【図 7】

放射線検出器の第 2 実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【図 8】

図 7 に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

【図 9】

配線基板の (a) 信号入力面、及び (b) 信号出力面の構成を示す平面図である。

【図 10】

配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の一例を示す図である。

【図 11】

配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の他の例を示す図である。

【図 12】

配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の他の例を示す図である。

【図 13】

放射線検出器の第 3 実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【図 14】

図 13 に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

【符号の説明】

1…放射線検出部、10…シンチレータ、10a…放射線入射面、10b…光  
出射面、11…光学接着剤、15…フォトダイオードアレイ（半導体光検出素子  
アレイ）、15a…光入射面、15b…信号出力面、16…フォトダイオード、

17…バンプ電極、18…遮蔽部材、19…遮蔽バンプ電極、

2…配線基板部、20、25…配線基板、20a、25a…信号入力面、20b、25b…信号出力面、20c、25c…貫通孔、21、26…導電性部材（導電路）、21a、26a…入力部、21b、26b…出力部、21c、26c…導通部、22a、27a…電極パッド、22b、27b…配線、23a、23c、28a…電極パッド、23b、23d、28b…配線、24、29…電極パッド、

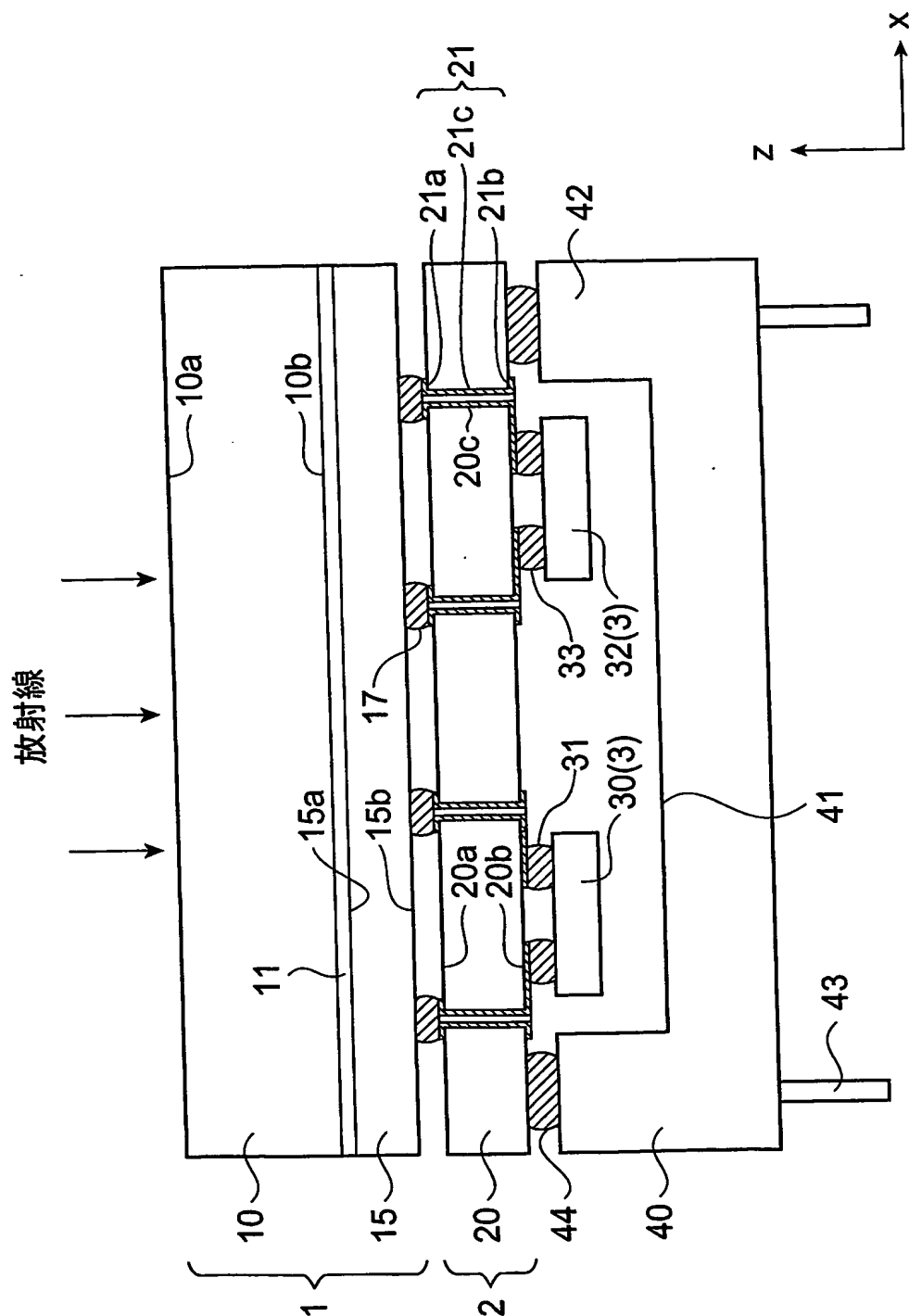
3…信号処理部、30、32、34…信号処理素子、31、33、35…バンプ電極、40…ハウジング、41…素子収容部、42…支持部、43…リード、44…バンプ電極。



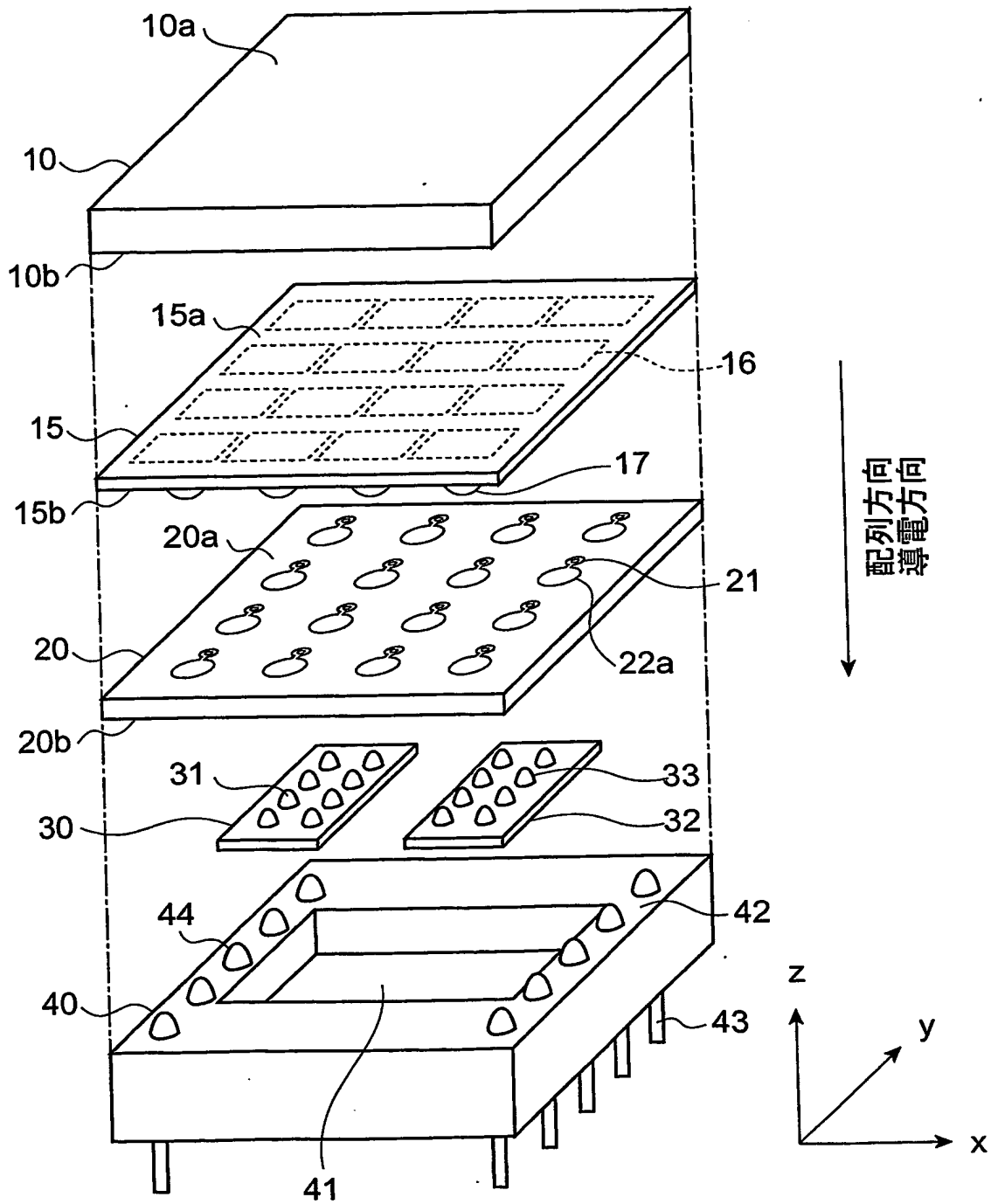
【書類名】

図面

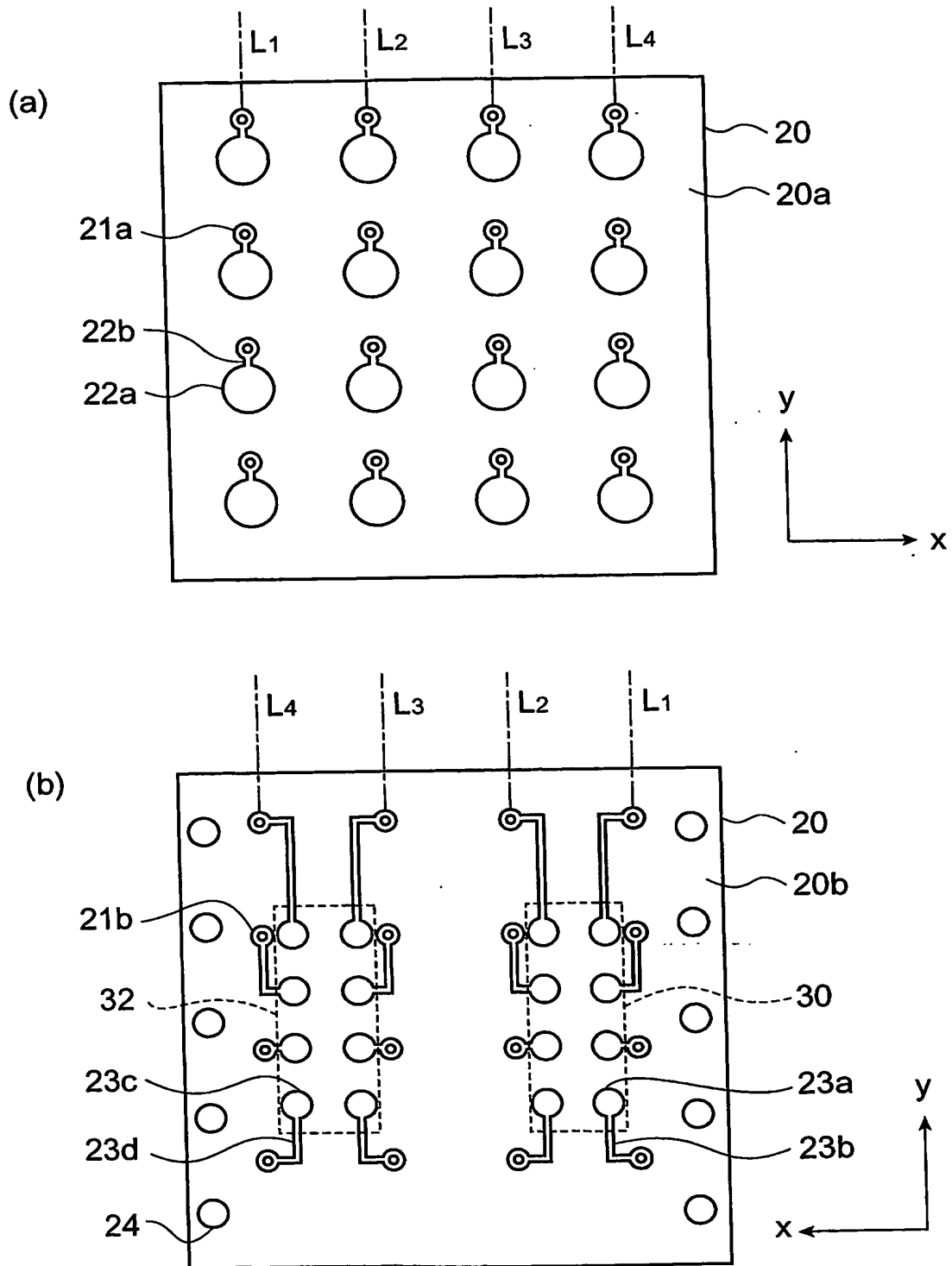
【図 1】



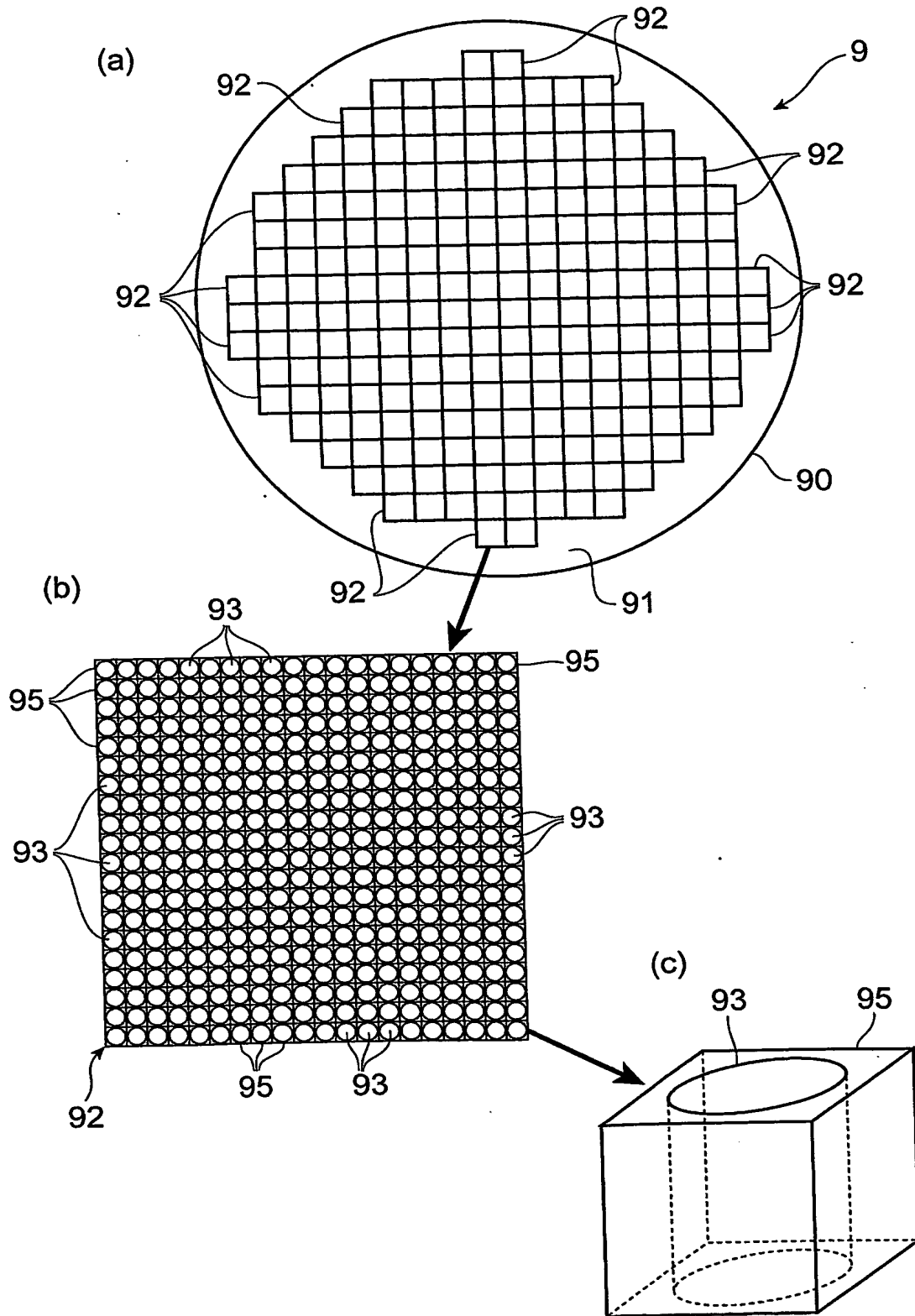
【図 2】



【図 3】

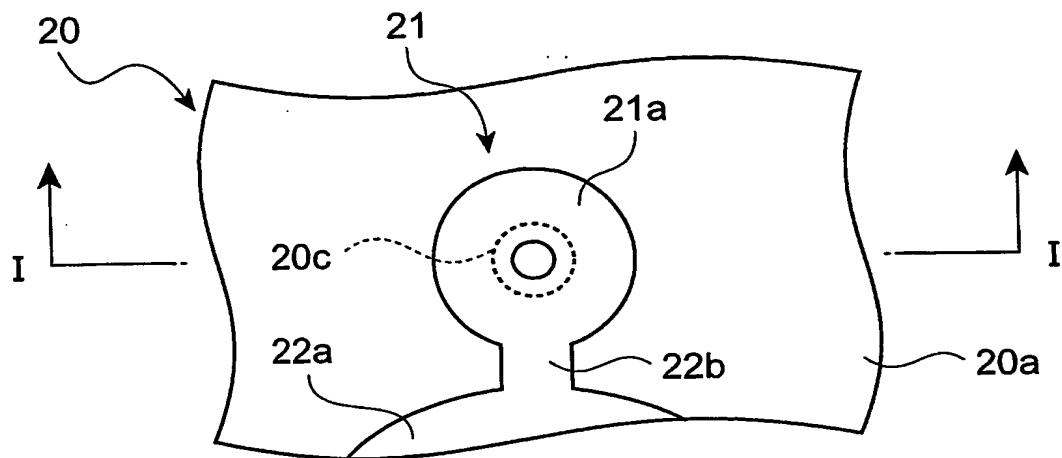


【図 4】

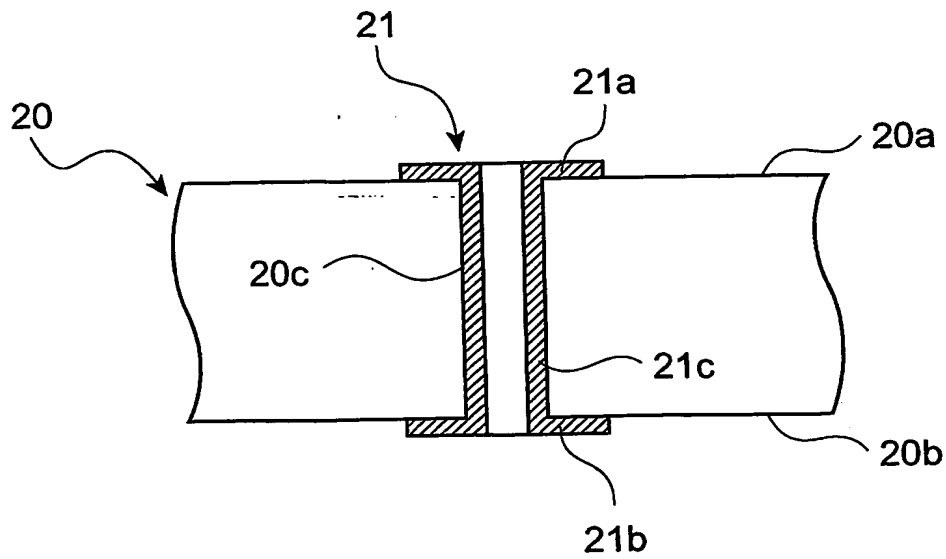


【図 5】

(a)

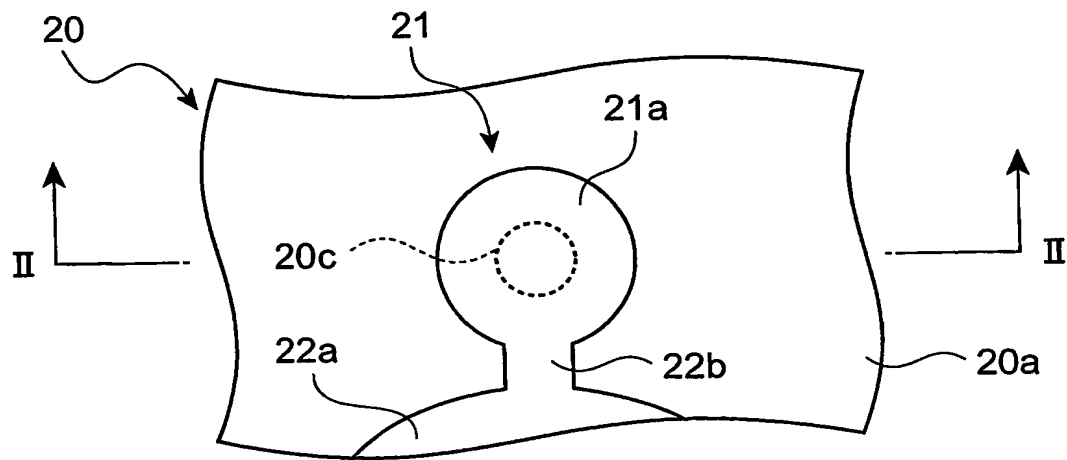


(b)

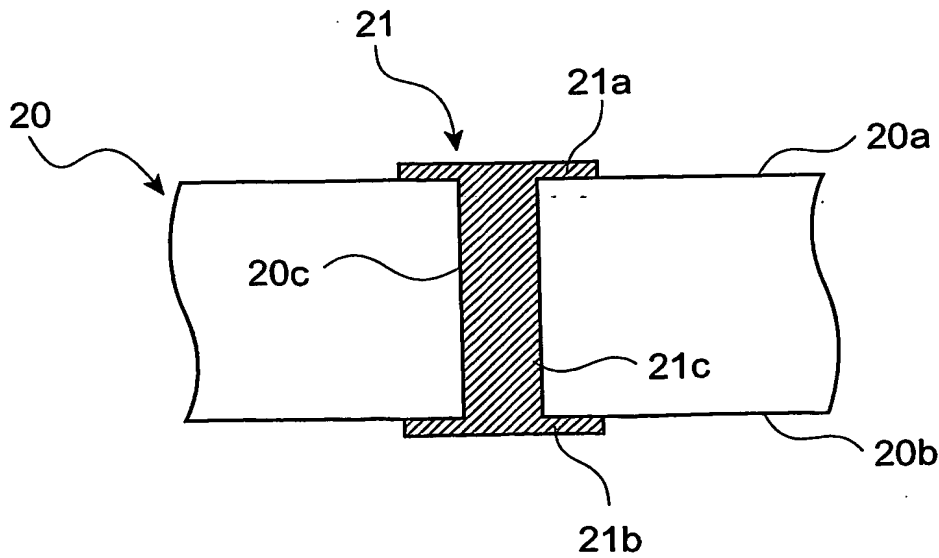


【図 6】

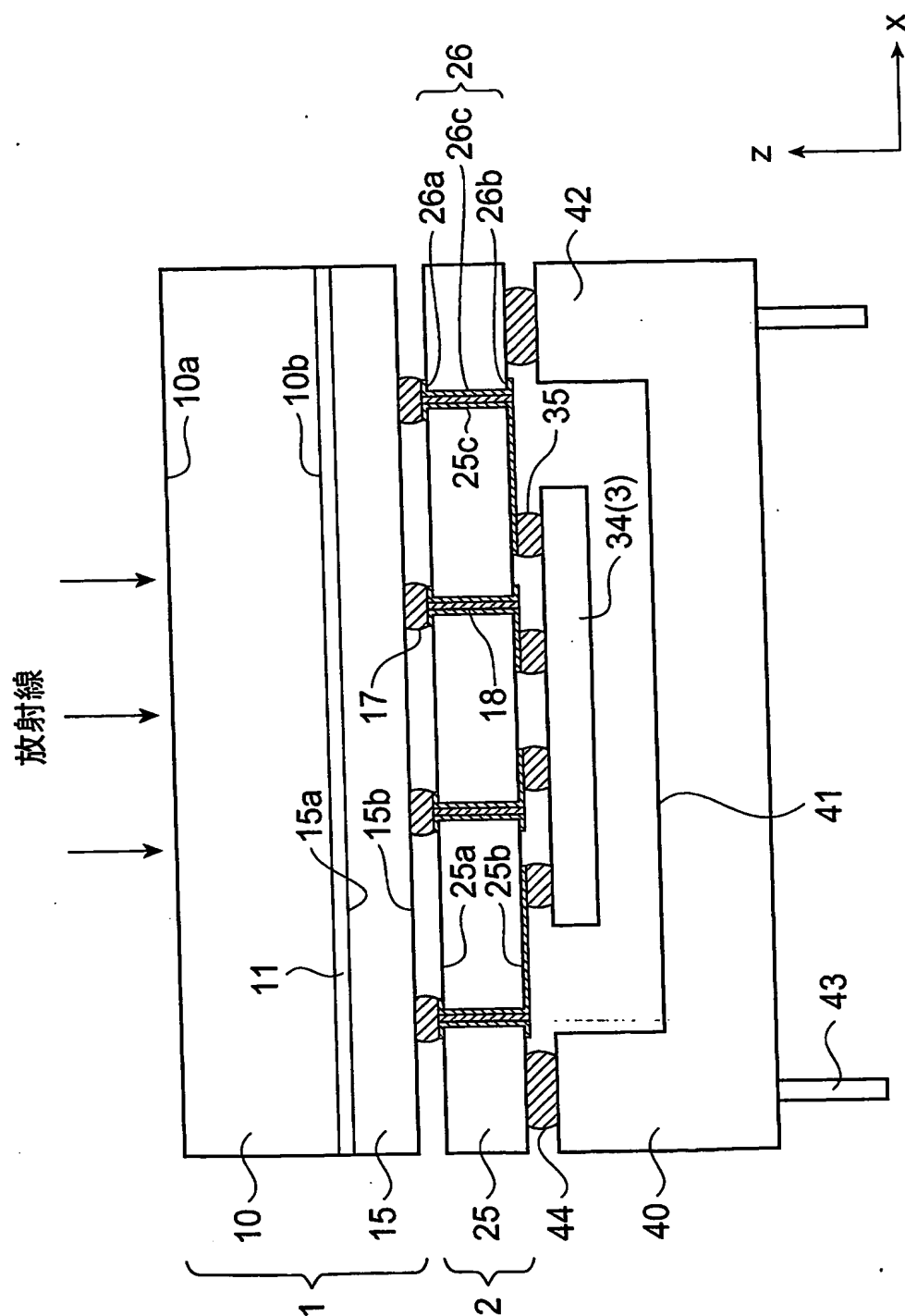
(a)



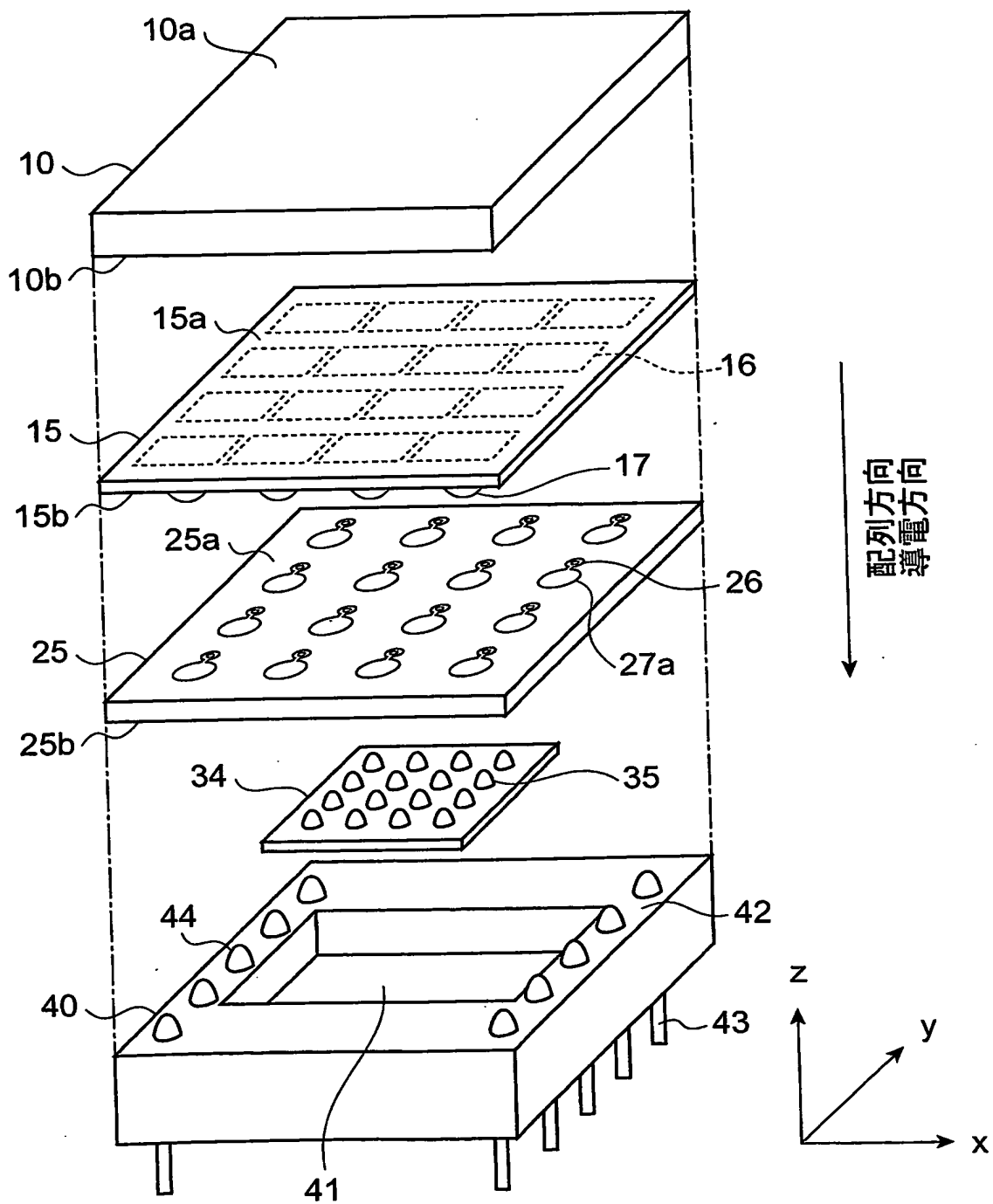
(b)



【図 7】

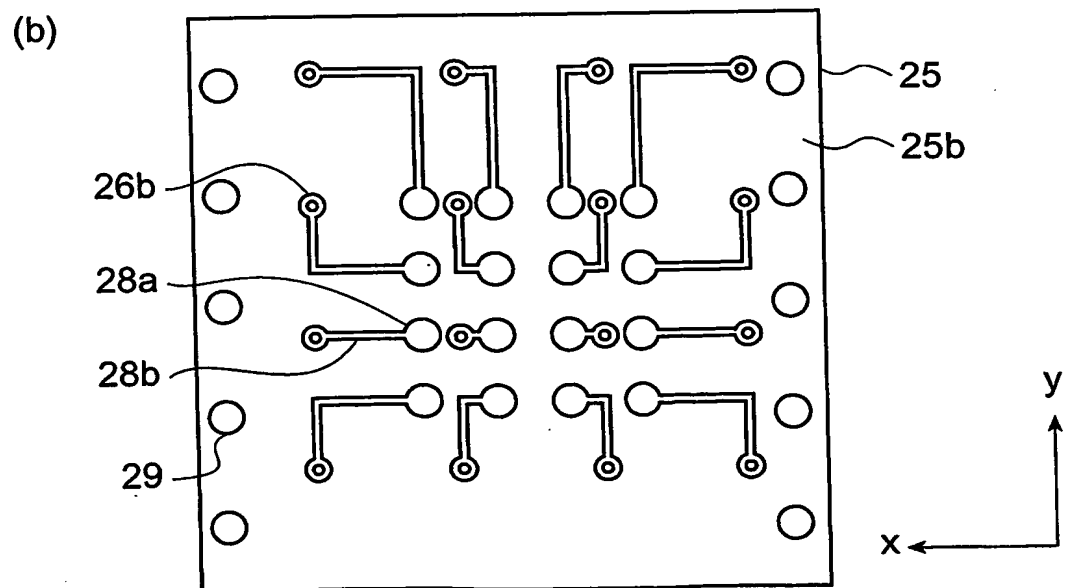
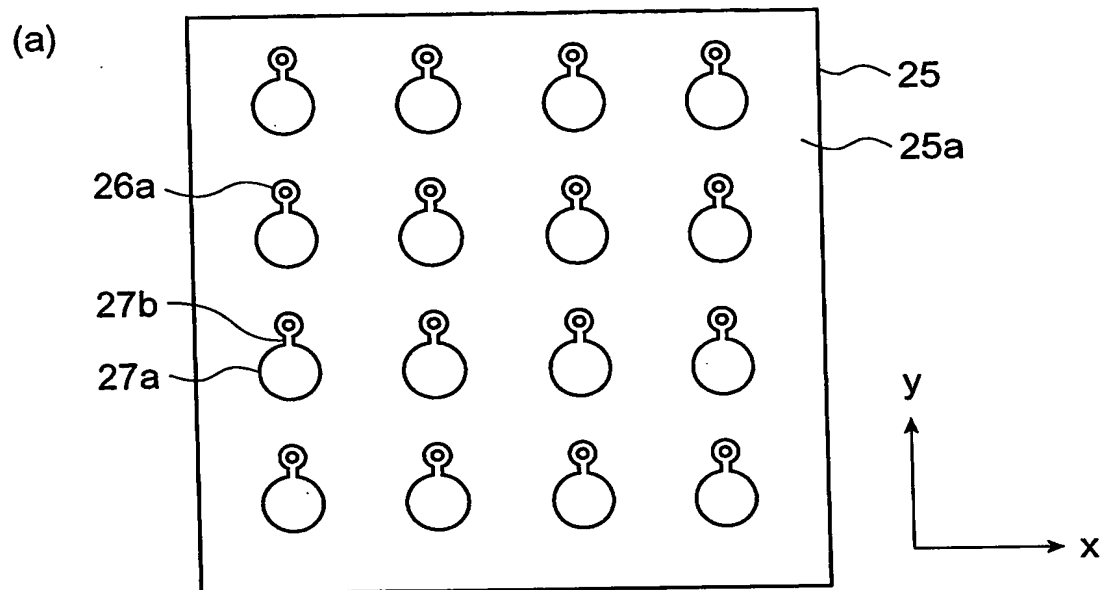


【図 8】

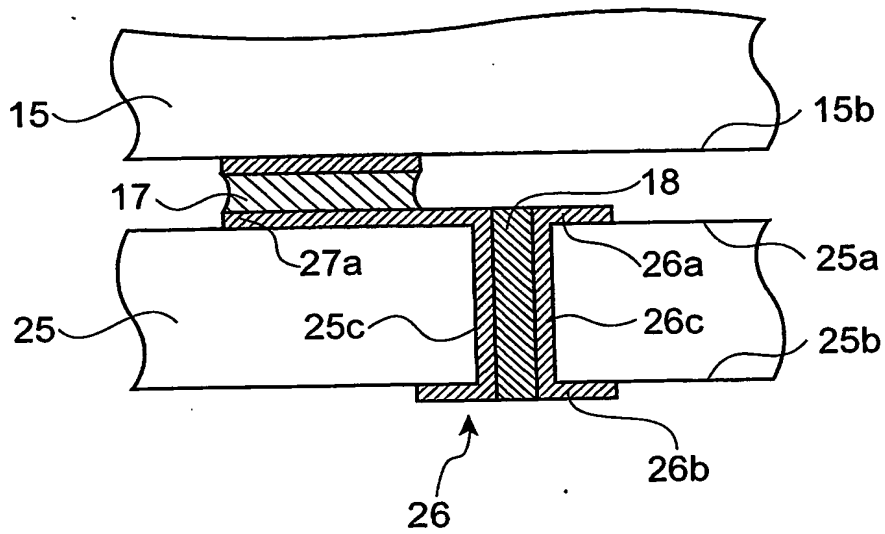




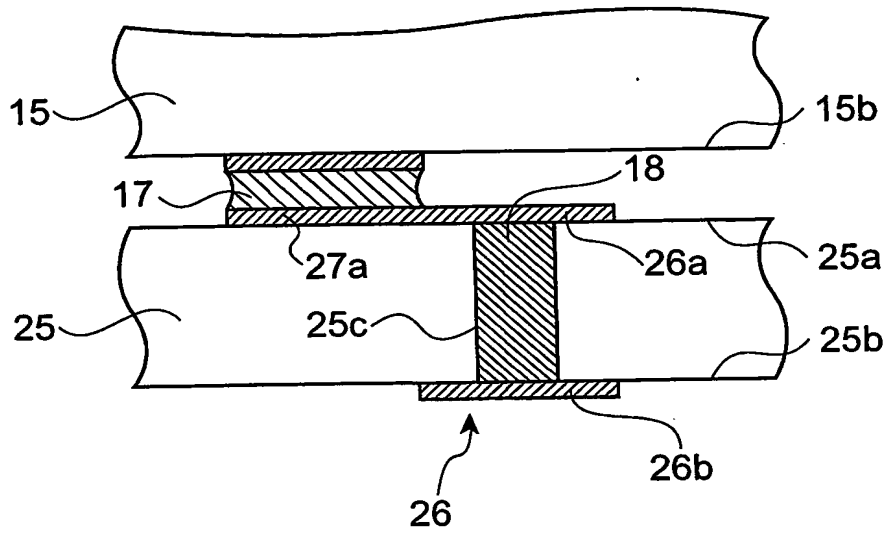
【図 9】



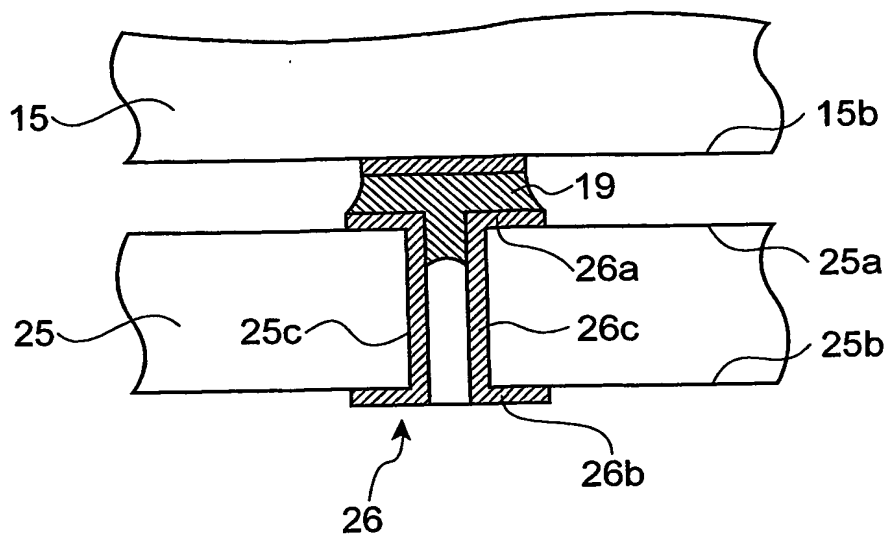
【図 10】



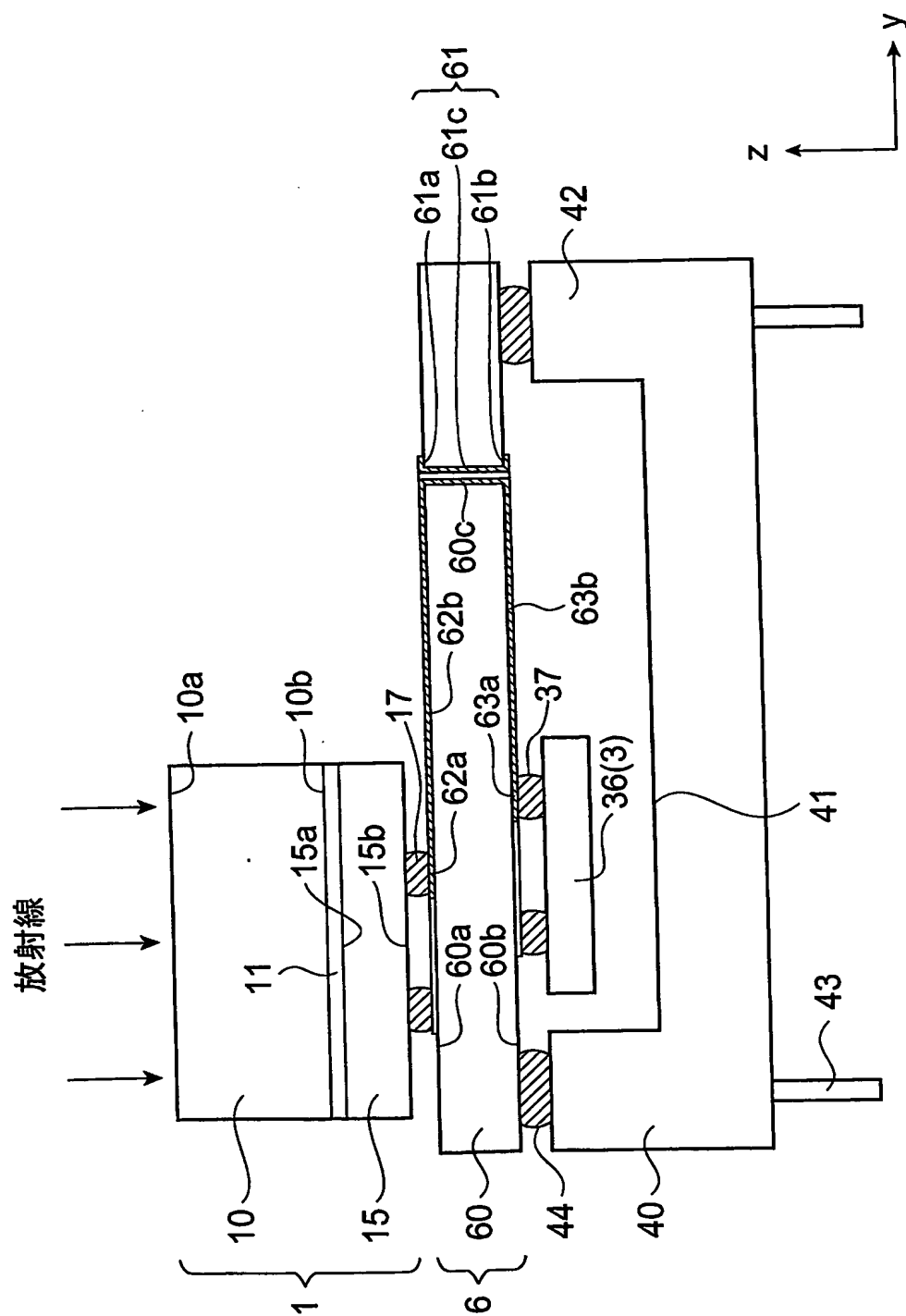
【図 11】



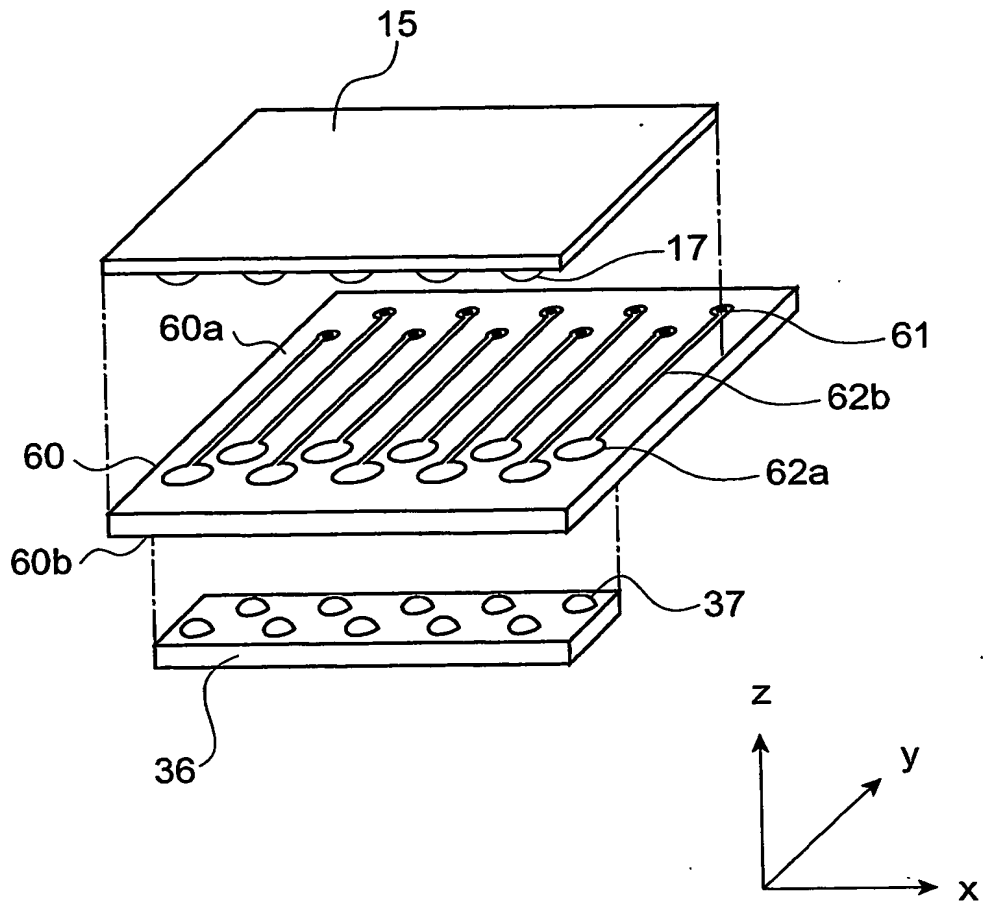
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配線基板の下流側にある信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器を提供する。

【解決手段】 シンチレータ 10 及び P D アレイ 15 から構成された放射線検出部 1 と、P D アレイ 15 から出力された検出信号を処理する信号処理素子 30、32 との間に、放射線遮蔽機能を有するガラス材料からなり、検出信号を導く導電路となる導電性部材 21 が貫通孔 20 c に設けられた配線基板 20 を有する配線基板部 2 を設置する。そして、配線基板 20 の貫通孔 20 c に対して、配線基板 20 の下流側に位置する信号処理部 3 の信号処理素子 30、32 を、貫通孔 20 c の延長上にある領域を除く領域内にずらして配置して、貫通孔 20 c から信号処理素子 30、32 が見通せない構成とする。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成15年 6月 3日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2003-108337  
【補正をする者】  
    【識別番号】 000236436  
    【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100088155  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹



## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

## 【補正の内容】

## 【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス  
株式会社内

【氏名】 柴山 勝己

## 【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス  
株式会社内

【氏名】 楠山 泰

## 【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス  
株式会社内

【氏名】 林 雅宏

【その他】 今般、本件に関しまして、浜松ホトニクス株式会社の発  
明者を誤記してしまいました。つきましては、発明者に  
ついて補正致しますので、よろしくお願い申し上げます  
。

【ブルーフの要否】 要

特願 2003-108337

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000236436]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町1126番地の1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社